

## **РАЗДЕЛ 4. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Ж. О. Абдуллаев, Е. А. Лутошкина, А. Ю. Коняев,  
*Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия*

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА КОНЦЕПЦИИ «ДВУХ БАКОВ» ПРИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ**

The management system of municipal solid waste is discussed in the article. Special attention is paid to recovery and recycling of metals from wastes. The research results of eddy-current separator for the recovery aluminium from waste are given.

Одной из важнейших задач в развитии экономики нашей страны на ближайшие годы является создание отрасли переработки отходов, прежде всего, твердых коммунальных отходов (ТКО) и близких к ним по компонентному составу смешанных промышленных отходов [1–2]. Стратегия развития создаваемой отрасли предполагает уменьшение доли полигонного захоронения отходов и максимальную степень извлечения из отходов отдельных компонентов, пригодных для использования в качестве вторичного сырья. Вторая группа целей предполагает развитие российской технологической и машиностроительной базы, обеспечивающей отрасль переработки отходов высокотехнологичным оборудованием, обладающим также высоким экспортным потенциалом [2].

Основные целевые показатели реформы в сфере обращения с ТКО (достижение к 2030 г. доли ТКО, направляемых на переработку, на уровне 80 % и доли вторичных материальных ресурсов, извлекаемых из ТКО, на уровне 60 %) соответствуют принятым в Евросоюзе в 90-е годы и уже достигнутым в настоящее время (по данным Евростата в ряде стран ЕС доля промышленной переработки отходов приближается к 100 % [3]). В то же время некоторые планы

и шаги, предпринимаемые для реализации реформы, противоречат мировым тенденциям. В этом отношении показателен опыт Свердловской области [4–5].

В рамках реформы в Свердловской области планируется строить мусоросжигательные заводы и к 2030 г. довести долю ТКО, направляемых на сжигание с последующей рекуперацией энергии, до 30 %. В то же время в ряде стран ЕС строительство таких заводов прекращено и доля отходов, направляемых на сжигание, снижается. Предпочтение отдается развитию биотермических методов переработки отходов с получением в виде товарного продукта техногенного рекультивационного почвогрунта (компоста). Важно отметить, что положительный опыт работы заводов по биотермической переработке ТКО накоплен в Санкт-Петербурге, где длительное время работает два таких завода [6].

В Свердловской области для переработки ТКО предусматривается строительство мусоросортировочных комплексов (12 заводов к концу 2024 г.). Несколько таких предприятий уже построено. Однако на них используется малоэффективная ручная сортировка отходов: доля отсортированного вторичного сырья составляет всего 5–15 % от общей массы ТКО, и заводы являются убыточными [3, 7]. В то же время опыт европейских стран показывает, что при механизированной сортировке ТКО мусоросортировочные заводы работают с прибылью [8–9]. При этом все необходимое технологическое оборудование для сортировки отходов можно производить на отечественных предприятиях [9].

Нет оптимального решения и по организации сбора ТКО. Один из ведущих региональных операторов Свердловской области ЕМУП «Спецавтобаза» рассматривает два варианта раздельного сбора отходов. Первый вариант предполагает раздельный сбор фракций ТКО в семь контейнеров (отдельно для каждой из утилизируемых фракций, для опасных отходов и для смешанных отходов). Трудности в реализации такого подхода обусловлены целым рядом факторов: неудобства для населения, связанные с необходимостью накопления большого количества фракций ТКО; рост транспортных расходов на вывоз

отдельных фракций и расходов на переоснащение контейнерных площадок; неизбежность засорения фракций другими компонентами, усложняющая последующую переработку. Во втором варианте организации сбора ТКО отдельно собираются только полимерные материалы и смешанные отходы. При этом облегчается только утилизация пластиковых отходов, составляющих в общей массе отходов небольшую долю (6–10 %), а проблемы дальнейшей переработки смешанных отходов остаются такими же, как и при сборе несортированных ТКО.

С учетом сказанного предпочтение можно отдать разделительному сбору ТКО по концепции «двух баков» (двух контейнеров). Такой подход был разработан в ФГАУ НИИ «Центр экологической промышленной политики» [10] и внедряется в настоящее время в Московской области. Суть концепции состоит в разделении образующихся ТКО на две фракции: ресурсоценные (картон, бумага, полимеры, металл, стекло) и остаточные отходы.

Собранные ресурсоценные фракции отправляются на предприятия по сортировке отходов. Важно отметить, что освобождение этих фракций от органических отходов не только повышает эффективность сортировки, но и улучшает качество вторичного сырья. В свою очередь, остаточные отходы (пищевые отходы, текстиль, кожа и др.) направляются на биотермическую переработку для получения компоста. При этом отделение утилизируемых неорганических фракций повышает эффективность процессов компостирования и улучшает качество товарного продукта. Следует отметить, что поступление на сортировку ресурсоценных фракций ТКО, очищенных от органических отходов, существенно повышает возможность применения на мусоросортировочных комплексах механизированных методов сортировки.

Покажем указанное преимущество на примере извлечения из ТКО металлов. Металлы, занимающие в общей массе ТКО относительно небольшую долю от 4 до 6 % [6, 9], являются наиболее ценной утилизируемой фракцией, реализация которой в качестве вторичного сырья позволяет улучшить экономические показатели переработки ТКО. Кроме того, удаление металлов из

потока ТКО повышает надежность работы технологического оборудования и улучшает качество полезных продуктов переработки.

Для извлечения из потока ТКО черных металлов используются магнитные сепараторы – железоотделители, для извлечения цветных металлов (преимущественно, алюминия) – электродинамические сепараторы [8, 11]. При этом действующие на металл силы извлечения складываются из электромагнитных сил и препятствующих им механических сил сопротивления. При поступлении на сортировку потока отходов, очищенных от органических фракций, механические силы сопротивления существенно уменьшаются. Например, в [11] было показано, что требуемое удельное усилие (отношение усилия к массе металлической частицы) в случае несортированных ТКО составляет  $F_{тр} = 8–10$  Н/кг (при малой скорости подачи материала). При удалении органических фракций силы сопротивления снижаются примерно вдвое.

Возможность увеличения доли извлекаемого из ТКО алюминия иллюстрируется на рисунке, где сравниваются электромагнитные усилия, действующие на частицы алюминия в одном из промышленных сепараторов [11], с требуемыми усилиями (1 – несортированные отходы, 2 – сортировка по методу «двух баков»). Видно, что во втором случае существенно расширяется диапазон крупности извлекаемых частиц, что соответствует увеличению доли извлекаемого металла.

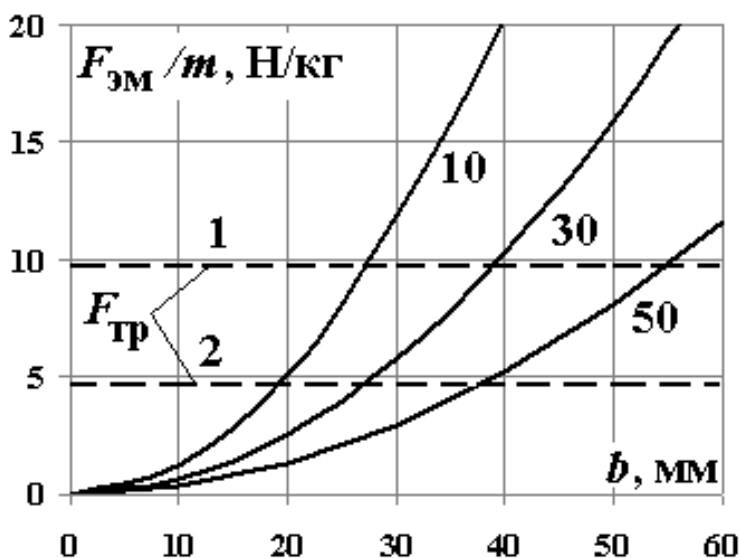


Рис. К оценке извлечения из ТКО частиц алюминия разной крупности, удаленных от ленты транспортера на расстояния 10, 20 и 50 мм

Таким образом, анализ показывает, что для повышения эффективности промышленной переработки ТКО следует организовывать отдельный сбор ТКО по концепции «двух баков» и развивать методы механизированной сортировки отходов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Комплексная стратегия обращения с твердыми коммунальными отходами в Российской Федерации (утв. Приказом Минприроды России от 14.08.2013 № 298). [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70345114> (дата обращения 15.05.2017).

2. Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 г. (утв. Распоряжением Правительства РФ от 25.01.2018 № 84-р). [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_289114/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_289114/) (дата обращения 15.05.2017).

3. Сайт Евростата [in Russian] [Электронный ресурс]. – URL: [http://data.trendeconomy.ru/eurostat/env\\_wastrt](http://data.trendeconomy.ru/eurostat/env_wastrt) (дата обращения 15.03.2019).

4. Комплексная стратегия по обращению с твердыми коммунальными отходами на территории Свердловской области до 2030 года (утв. Постановлением Правительства Свердловской области от 21.10.2013 № 1259-ПП, в ред. Постановления Правительства Свердловской области от 07.05.2015 № 356-ПП). [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.docs.cntd.ru/document/453135199/> (дата обращения 15.03.2019).

5. Коненко, А. Е. Реализация «мусорной реформы» в Свердловской области / А. Е. Коненко, Ю. В. Пластинина, А. В. Трушников // Система управления экологической безопасностью: сборник трудов XII заочной международной научно-практической конференции. Научное электронное текстовое издание. – Екатеринбург: УрФУ. – 2018. – С. 46–52. – URL: <http://hdl.handle.net/10995/59636> (дата обращения 18.03.2019).

6. Колычев, Н. А. Оптимизация обращения с твердыми бытовыми и близкими к ним по составу промышленными отходами в крупных и средних населенных пунктах // Биосфера. – 2013. – Т. 5, № 4. С. 393–418.

7. Ильиных, Г. В. Построение материального баланса линии ручной сортировки твердых бытовых отходов / Г. В. Ильиных, В. А. Устьянцев, Я. И. Вайсман // Экология и промышленность России. – 2012. – № 1. – С. 22–25.

8. Вайсман, Я. И. Повышение эффективности извлечения ресурсного потенциала из твердых бытовых отходов / Я. И. Вайсман, В. Н. Коротаев, Н. Н. Слюсарь, В. Н. Григорьев // Экология и промышленность России. – 2011. – № 12. – С. 22–26.

9. Вайсберг, Л. А. О понятии «обогащение» применительно к твердым коммунальным отходам / Вайсберг Л. А., Михайлова Н. В. // Обогащение руд. – 2016. – № 5. – С. 43–47.

10. Шубов, Л. Я. Управление твердыми бытовыми отходами: ошибки в планировании и пути оптимизации / Л. Я. Шубов, О. Н. Борисова, И. Г. Доронкина // Экология промышленного производства. – 2017. – № 3. – С. 8–13.

11. Патрик, А. А. Устройства для электродинамической сепарации лома и отходов цветных металлов / А. А. Патрик, Н. Н. Мурахин, А. Ю. Коняев и др. // Промышленная энергетика. – 2001. – № 6. – С. 16–19.